



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 43 00 844 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
B 62 D 6/00
// B 62 D 103:00,
113:00, 101:00, 111:00

②1 Aktenzeichen: P 43 00 844.5
②2 Anmeldetag: 14. 1. 93
④3 Offenlegungstag: 15. 7. 93

DE 43 00 844 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
14.01.92 JP P 4612/92

⑦1 Anmelder:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Mizuho, Sugiyama, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Fahrcharakteristik-Steuersystem für Kraftfahrzeuge

⑤7 Für das Steuern einer Fahrcharakteristik eines Kraftfahrzeugs wird ein elektrisches Steuersystem offenbart, bei dem ein Fahrzustand, Bewegungszustände und eine Fahrstrecke des Fahrzeugs erfaßt werden und eine Anzahl von ein Ergebnis des Lernens gemäß einem Lerndatenwert anzeigenden Parametern gespeichert wird, wobei ein Neuralnetzwerk zum Veranschlagen eines eine Fahreigenheit des Fahrers anzeigenden Kennindex gemäß den gespeicherten Parametern und dem erfaßten Fahrzustand und der Fahrstrecke des Fahrzeugs ausgelegt ist. In dem Steuersystem wird ein Steuersignal zum Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs entsprechend den erfaßten Bewegungszuständen des Fahrzeugs erzeugt und entsprechend dem veranschlagten Kennindex korrigiert.

DE 43 00 844 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Fahrcharakteristik-Steuersystem zum Steuern einer Fahrcharakteristik eines Kraftfahrzeugs entsprechend den Bewegungszuständen des Fahrzeugs wie der Fahrgeschwindigkeit, einer Giergeschwindigkeit, einer Querbesehleunigung und dergleichen.

In der JP-OS 63-97 471 ist ein elektrisches Steuersystem dieser Art beschrieben, bei dem nahe an dem Fahrersitz ein Betriebsartwählschalter zum Wählen einer Zweiradlenkung oder einer Vierradlenkung für das Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs in der Weise vorgesehen ist, daß die Hinterräder des Fahrzeugs bei der Zweiradlenkung in einer neutralen Stellung gehalten werden und bei der Vierradlenkung entsprechend dem Lenken der Vorderräder gelenkt werden. Bei einem solchen herkömmlichen Steuersystem muß jedoch während der Fahrt des Fahrzeugs der Betriebsartwählschalter betätigt werden. Obgleich bei dem Steuersystem die Fahrcharakteristik des Fahrzeugs gewählt werden kann, ist es schwierig, die Fahrcharakteristik genauer entsprechend den Anforderungen des Fahrers zu steuern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für ein Kraftfahrzeug ein elektrisches Steuersystem zu schaffen, in welchem ein Neuralnetzwerk zum genaueren Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs ausgelegt ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem elektrischen Steuersystem gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Steuersystems sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich erläutert.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Vierradlenksystems eines Kraftfahrzeugs.

Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm eines Hauptsteuerprogramms, das von einem in Fig. 1 gezeigten Mikrocomputer ausgeführt wird.

Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm einer Hinterradlenkroutine, die jeweils in Fig. 2 und 4 gezeigt ist.

Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm einer in Fig. 2 gezeigten Lernroutine.

Fig. 5 ist eine grafische Darstellung, die einen Koeffizienten $K(V)$ im Zusammenhang mit der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zeigt.

Fig. 6 ist eine Darstellung von Funktionsblöcken, die zu einer von dem Computer ausgeführten Neuralnetzwerk-Berechnung äquivalent sind.

Fig. 7 ist eine grafische Darstellung, die die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs auf einer Kurvenstraße in Bezug auf eine Fahreigenheit des Fahrers zeigt.

Fig. 8 ist eine grafische Darstellung, die einen Lenkwinkel des Fahrzeuglenkrades in Bezug auf die Fahreigenheit des Fahrers zeigt.

Fig. 9 ist eine grafische Darstellung, die das Ausmaß der Fahrpedalbetätigung in Bezug auf die Fahreigenheit des Fahrers zeigt.

Fig. 10 ist eine grafische Darstellung, die das Ausmaß der Betätigung des Bremspedals in Bezug auf die Fahreigenheit des Fahrers zeigt.

Fig. 11 ist eine grafische Darstellung, die einen Verstärkungsfaktor für die Hinterräder in Bezug auf die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zeigt.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Vierradlenkssystem

des Kraftfahrzeugs zum Steuern einer Fahrcharakteristik des Fahrzeugs dargestellt. Das Vierradlenkssystem umfaßt einen Vorderradlenkmechanismus 10 für einen Satz lenkbarer Vorderräder FW1 und FW2, ein Hinterradlenkssystem 20 für einen Satz von lenkbaren Hinterrädern RW1 und RW2 und ein elektrisches Steuersystem 30 für das elektrische Steuern der Funktion des Hinterradlenkmechanismus 20.

Der Vorderradlenkmechanismus 10 enthält eine Lenkachse 12, die an ihrem oberen Ende mit einem Lenkrad 11 versehen ist und die an ihrem unteren Ende funktionell mit einer Zahnstange 14 verbunden ist, welche innerhalb eines Lenkgetriebekastens 13 zu einer axialen Versetzung entsprechend der Drehung des Lenkrades 11 angebracht ist. Die Zahnstange 14 ist an ihren einander gegenüberliegenden Enden über ein Paar von Spurstangen 15a und 15b und ein Paar von Kniehebeln 16a und 16b mit den Vorderrädern FW1 und FW2 verbunden. Die Vorderräder FW1 und FW2 werden entsprechend der axialen Versetzung der Zahnstange 14 gelenkt. Der Hinterradlenkmechanismus 30 enthält ein elektrisch gesteuertes Stellglied 21, das bei dessen Funktion eine axiale Versetzung einer Übertragungsstange 22 bewirkt. Die Übertragungsstange 22 ist an ihren einander gegenüberliegenden Enden über ein Paar von Spurstangen 23a und 23b und ein Paar von Kniehebeln 24a und 24b mit den Hinterrädern RW1 und RW2 verbunden. Die Hinterräder RW1 und RW2 werden entsprechend der axialen Versetzung der Übertragungsstange 22 gelenkt.

Das elektrische Steuersystem 30 enthält einen Mikrocomputer 37, an den ein Giergeschwindigkeitssensor 31, ein Fahrgeschwindigkeitssensor 32, ein Lenkrad-Lenk-winkelsensor 33, ein Beschleunigungssensor 34, ein Bremssensor 35 und ein Hinterrad-Lenk-winkelsensor 36 angeschlossen sind. Der Giergeschwindigkeitssensor 31 erfaßt eine Drehwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugaufbaus um eine vertikale Achse, um ein elektrisches Signal zu erzeugen, das eine Giergeschwindigkeit γ des Fahrzeugaufbaus anzeigt. Der Fahrgeschwindigkeitssensor 32 erfaßt eine Drehzahl der Ausgangswelle des (nicht gezeigten) Fahrzeuggetriebes, um ein elektrisches Signal zu erzeugen, das die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs anzeigt. Der Lenkrad-Lenk-winkelsensor 33 erfaßt einen Lenkwinkel θ_f des Lenkrades 11 und erzeugt ein den Lenkwinkel anzeigendes elektrisches Signal. Der Beschleunigungssensor 34 erfaßt den Winkel der Betätigung eines (nicht gezeigten) Fahrpedals des Fahrzeugs zum Erzeugen eines elektrischen Signals, das einen Drosselwinkel α_c der Antriebsmaschine des Fahrzeugs anzeigt. Der Bremssensor 35 erfaßt einen Winkel der Betätigung eines (nicht gezeigten) Bremspedals des Fahrzeugs zum Erzeugen eines elektrischen Signals, das ein Bremspedal-Betätigungsmaß Br anzeigt. Der Hinterrad-Lenk-winkelsensor 36 erfaßt einen Lenkwinkel θ_r der Hinterräder RW1 und RW2 und erzeugt ein den erfaßten Lenkwinkel θ_r anzeigendes elektrisches Signal. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Giergeschwindigkeit γ , der Lenkrad-Lenk-winkel θ_f und der Hinterrad-Lenk-winkel θ_r jeweils bei einer Kurvenfahrt nach rechts als positiver Wert und bei einer Kurvenfahrt nach links als negativer Wert dargestellt.

Der Mikrocomputer 37 hat einen Festspeicher (ROM) 37b, eine Zentraleinheit (CPU) 37c, einen Arbeitsspeicher (RAM) 37d, einen Parameterspeicher (RAM) 37e, eine Koeffiziententabelle 37f und eine Eingabe/Ausgabeeinheit (I/O) 37g, die alle an einen Bus 37a angeschlossen sind. Der Festspeicher 37b speichert ein

Hauptsteuerprogramm, das durch die Ablaufdiagramme in Fig. 2 bis 4 dargestellt ist. Die Zentraleinheit 37c enthält einen Zeitgeber und wiederholt das Ausführen des Steuerprogramms in Zeitabständen, die durch den Zeitgeber bestimmt sind. Der Arbeitsspeicher 37d speichert vorübergehend Variable, die für das Ausführen des Steuerprogramms erforderlich sind. Der Parameterspeicher 37e ist durch eine Fahrzeugbatterie 37h abgesichert und speichert vorbereitend Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} sowie Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 jeweils für die Eingabeschicht, die Zwischenschicht und die Ausgabeschicht des durch das Steuerprogramm realisierten Neuralnetzwerkes.

Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und die Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 vor dem Herstellen des Steuersystems durch Lernen nach einem Rückübertragungsverfahren bestimmt, das für alle Steuereinrichtungen gemeinsam ist. Die Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und die Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 können auch nach dem Herstellen des Steuersystems durch Lernen nach dem Rückübertragungsverfahren umgeschrieben werden. Die Koeffiziententabelle 37f hat die Form eines Festspeichers (ROM) zum vorbereitenden Speichern eines Koeffizienten $K(V)$, der gemäß Fig. 5 entsprechend einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit V allmählich ansteigt. Die Eingabe/Ausgabeeinheit 37g ist mit den Sensoren 31 bis 36 und mit einer Lerndaten-Eingabevorrichtung 38a, einem Umschalter 38b und einer Treiberschaltung 39 verbunden. Die Lerndaten-Eingabevorrichtung 38a besteht aus einem Satz von zehn Tasten, die für das Anlegen von geeigneten Werten als Lerndaten an den Mikrocomputer 37 betätigbar sind. Der Umschalter 38b ist normalerweise offen und ermöglicht das Erneuern der Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} sowie der Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 in dem Parameterspeicher 37e, wenn er geschlossen wird. Die Treiberschaltung 39 steuert die Betätigung des Stellgliedes 21 entsprechend einem daran aus dem Mikrocomputer 37 angelegten Steuersignal.

Nachstehend wird die Funktion des elektrischen Steuersystems ausführlich unter Bezugnahme auf die in Fig. 2 bis 4 gezeigten Ablaufdiagramme beschrieben. Wenn ein (nicht gezeigter) Zündschalter des Fahrzeugs eingeschaltet wird, wiederholt der Mikrocomputer 37 in vorbestimmten Zeitabständen das Ausführen des Steuerprogramms in Schritten 100 bis 111 gemäß Fig. 2. Bei dem Schritt 101 des Programms nimmt der Mikrocomputer 37 eine Giergeschwindigkeit γ , eine Fahrgeschwindigkeit V , einen Lenkrad-Lenkwinkel Θ_f , einen Maschinendrossel-Öffnungsgrad Ac , ein Bremspedal-Betätigungsausmaß Br und einen Hinterrad-Lenkwinkel Θ_r auf, die durch die elektrischen Signale aus den Sensoren 31 bis 36 dargestellt sind. Wenn das Programm zu dem Schritt 102 fortgeschritten ist, berechnet der Mikrocomputer 37 die folgenden Gleichungen (1) und (2), um Lageänderungsgrößen X und Y für das Fahrzeug auf einem XY-Koordinatensystem zu erfassen:

$$X = V \sin(\gamma dt) \quad (1)$$

$$Y = V \cos(\gamma dt) \quad (2)$$

Bei dem folgenden Schritt 103 erneuert der Mikrocomputer 37 Zeitfolgedaten TD_i ($i = 1 - m$) bezüglich der berechneten Lageänderungsgrößen X und Y , der Fahrgeschwindigkeit V , des Lenkrad-Lenkwinkels Θ_f ,

des Drosselöffnungsgrades Ac und des Bremspedal-Betätigungsausmaßes Br . Die Zeitfolgedaten TD_i werden immer in dem Arbeitsspeicher 37d als Daten von m Werten (beispielsweise 60 Werten) gespeichert, die jeweils eine vorbestimmte Anzahl (von beispielsweise zehn) der bei dem vorbestimmten Zeitintervall ausgelesenen Größen darstellen. Wenn sie bei dem Schritt 103 erneuert werden, werden die ältesten Daten ausgeschieden und die anderen Daten werden auf einer Zeitachse aufeinanderfolgend verschoben und mit den bei dem Schritt 101 erneut ausgelesenen frischen Daten ergänzt.

Zum besseren Verständnis der Verarbeitung bei den Schritten 101 bis 103 sind in Fig. 6 Funktionsblöcke dargestellt, die zu dieser Verarbeitung äquivalent sind. Die Giergeschwindigkeit γ , die Fahrgeschwindigkeit V , der Lenkrad-Lenkwinkel Θ_f , der Drosselöffnungsgrad Ac und das Bremspedal-Betätigungsausmaß Br werden an Zwischenspeicher 41a bis 41e in vorbestimmten Zeitabständen angelegt, die durch die Dauer eines Taktsignals $\emptyset$ bestimmt sind. Die Fahrgeschwindigkeit V , der Lenkrad-Lenkwinkel Θ_f , der Drosselöffnungsgrad Ac der Maschine und das Bremspedal-Betätigungsausmaß Br , die zwischengespeichert sind, werden jeweils an Schieberegister 42c bis 42f in einer Zeitfolgeschaltung 42 als Größen für Fahrzustände des Fahrzeugs angelegt, während die zwischengespeicherte Giergeschwindigkeit γ und die Fahrgeschwindigkeit V an einen Lageänderungsgrößen-Rechner 43 angelegt und durch Berechnung der vorstehenden Gleichungen (1) und (2) in dem Rechner 43 zu Lageänderungsgrößen X und Y umgesetzt werden, die einen Lageänderungszustand des Fahrzeugs in XY-Koordinaten in dem vorbestimmten Zeitabstand darstellen. Die Lageänderungsgrößen XY werden an Schieberegister 42a und 42b in der Zeitfolgeschaltung 42 angelegt. Die Schieberegister 42a bis 42f sind jeweils aus einer vorbestimmten Anzahl von Registern (beispielsweise aus zehn Registern) zusammengestellt, die zum Übertragen der Lageänderungsgrößen X und Y , der Giergeschwindigkeit γ , der Fahrgeschwindigkeit V , des Lenkrad-Lenkwinkels Θ_f , des Drosselöffnungsgrades Ac und dem Bremspedal-Betätigungsausmaß Br in dem vorbestimmten Zeitabstand gestaltet sind, um die Anzahl m der Zeitfolgedaten TD_i ($i = 1 - m$) zu formen, die aus den in dem vorbestimmten Zeitintervall übertragenen Werten X , Y , γ , V , Θ_f , Ac und Br bestehen.

Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Ablaufdiagramm führt der Mikrocomputer 37 aufgrund der Zeitfolgedaten TD_i und der in dem Parameterspeicher 37e gespeicherten Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 bei den Schritten 104 bis 106 Berechnungen nach den folgenden Gleichungen (3) bis (5) aus:

$$x_i = f(\omega_{0i} TD_i) - \Theta_{0i} \quad (3)$$

$$y_j = f \sum_{i=1}^m \omega_{1ij} x_i - \Theta_{1j} \quad (4)$$

$$Z = f \sum_{j=1}^n \omega_{2j} y_j - \Theta_2 \quad (5)$$

wobei i eine ganze Zahl von 1 bis m ist und j eine ganze Zahl von 1 bis n ist. $f(x)$ ist eine Funktion wie eine Treppenfunktion oder eine Rampenfunktion. Das Endergebnis z der Berechnung der Gleichungen (3) bis (5) stellt eine Fahreigenheit des Fahrers dar und wird nach-

folgend als Kennindex z bezeichnet. Der Kennindex z stellt durch "1" die Absicht zu einer sportlichen Fahrweise, durch "-1" die Absicht zu einer Sicherheitsfahrweise und durch einen mittleren Wert einen Grad der Fahrweise von "sportlich" bis "Sicherheit" dar.

Die Verarbeitung bei den Schritten 104 bis 106 entspricht dem Neuralnetzwerk 44 der in Fig. 6 gezeigten Funktionsblöcke. Im einzelnen entspricht die Verarbeitung bei dem Schritt 104 einer Eingabeschicht aus m Eingabeeinheiten 44a, die Verarbeitung bei dem Schritt 105 einer Zwischenschicht aus n Zwischeneinheiten 44b und die Verarbeitung bei dem Schritt 106 einer Ausgabeschicht aus einer Ausgabeeinheit 44c. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird durch die Verarbeitung bei den Schritten 104 bis 106 die Fahreigenheit des Fahrers aus folgendem Grund veranschlagt. Die Fahreigenheit des Fahrers kann durch Erfassen eines Fahrzustand des Fahrzeugs auf einer Reiseroute gemäß der nachstehenden Beschreibung abgeschätzt werden.

Der Kurs oder der geometrische Ort des Fahrzeugs kann aufgrund der nach den vorstehenden Gleichungen (1) und (2) berechneten Lageänderungsgrößen X und Y des Fahrzeugs in XY -Koordinaten erfaßt werden. Nimmt man an, daß das Fahrzeug eine Straßenkurve gemäß der Darstellung in Fig. 7 bis 10 durchfahren hat, hat gemäß der Darstellung durch eine ausgezogene Linie in Fig. 7 der Fahrer mit der Absicht zur sportlichen Fahrweise die Straßenkurve mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit angefahren und die Fahrgeschwindigkeit V unmittelbar vor dem Knickpunkt der Straße plötzlich verringert, während gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 7 der Fahrer mit der Absicht zur Sicherheitsfahrweise die Straßenkurve mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit angefahren hat und die Fahrgeschwindigkeit vor dem Knickpunkt der Straße allmählich verringert hat. Bei dem Lenken des Fahrzeugs dreht gemäß der Darstellung durch eine ausgezogene Linie in Fig. 8 der erstere Fahrer mit der Absicht zur sportlichen Fahrweise das Lenkrad vor der Einfahrt in den Knickpunkt der Straßenkurve schnell um einen großen Winkel, während gemäß der Darstellung in einer gestrichelten Linie in Fig. 8 der letztere Fahrer mit der Absicht zur Sicherheitsfahrweise das Lenkrad vor der Einfahrt in den Knickpunkt der Straßenkurve langsam dreht. Bei dem Beschleunigen des Fahrzeugs wird gemäß der Darstellung durch eine ausgezogene Linie in Fig. 9 von dem ersten Fahrer das Fahrpedal bis zur Einfahrt in den Knickpunkt der Straßenkurve ständig betätigt und auf diese Weise das Fahrzeug auf dem Weg zu dem Knickpunkt beschleunigt, während gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 9 von dem letzteren Fahrer das Fahrpedal vor der Einfahrt in die Kurve freigegeben wird und das Fahrzeug nach dem Durchfahren der Kurve beschleunigt wird. Bei dem Bremsen des Fahrzeugs wird gemäß der Darstellung durch eine ausgezogene Linie in Fig. 10 von dem ersten Fahrer das Bremspedal vor der Einfahrt in die Krümmung der Straßenkurve schnell betätigt, während gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 10 von dem letzteren Fahrer das Bremspedal vor der Einfahrt in die Kurve langsam betätigt wird.

Bei einer solchen Fahrt des Fahrzeugs gemäß der vorstehenden Beschreibung werden durch das Rückübertragungsverfahren die Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und die Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 derart "gelernt", daß der Kennindex z zu "1" oder "-1" wird, und das Lernergebnis wird in den Parameterspei-

cher 37e eingespeichert. Auf diese Weise wird der Kennindex z durch die Verarbeitung bei den Schritten 104 bis 106 bzw. durch die Berechnung in dem Neuralnetzwerk 44 berechnet, um die Fahreigenheit des Fahrers darzustellen.

Gemäß dem in Fig. 2 gezeigten Ablaufdiagramm bestimmt der Mikrocomputer 37 nach dem Prozeß bei dem Schritt 106 die Stellung des Umschalters 38b. Da der Umschalter 38b normalerweise in der Öffnungsstellung gehalten ist, wird von dem Mikrocomputer 37 bei dem Schritt 107 die Antwort "NEIN" ermittelt, bei dem Schritt 108 der berechnete Kennindex z als Variable c eingesetzt und bei dem Schritt 110 eine Hinterradlenkroutine ausgeführt. Gemäß der ausführlichen Darstellung in Fig. 3 beginnt der Mikrocomputer 37 das Ausführen der Hinterradlenkroutine bei einem Schritt 200, wonach bei einem Schritt 201 aufgrund der in Fig. 5 dargestellten Koeffiziententabelle 37f entsprechend der Fahrgeschwindigkeit V ein Koeffizient $K(V)$ ermittelt wird. Bei einem nachfolgenden Schritt 202 berechnet der Mikrocomputer 37 zum Bestimmen eines Soll-Hinterradlenkwinkels Θ_r^* die folgende Gleichung (6):

$$\Theta_r^* = K(V) \cdot (1 - \alpha \cdot c) \cdot \gamma$$

wobei α im voraus als eine positive Konstante kleiner "1" bestimmt ist.

Bei einem nachfolgenden Schritt 203 erzeugt der Computer 37 bzw. 40 ein eine Differenz zwischen dem Soll-Hinterradlenwinkel Θ_r^* und dem erfaßten Lenkwinkel Θ_r anzeigendes Steuersignal und führt dieses der Treiberschaltung 39 zu. Auf diese Weise betätigt die Treiberschaltung 39 das Stellglied 21 entsprechend dem Steuersignal und durch das Betätigen des Stellglieds 21 wird die Übertragungsstange 22 axial in einem Ausmaß versetzt, das zum Auslenken der Hinterräder RW1 und RW2 auf den Soll-Lenkwinkel Θ_r^* durch die Differenz zwischen dem Soll-Hinterradlenwinkel Θ_r^* und dem erfaßten Lenkwinkel Θ_r bestimmt ist. Als Ergebnis wird das Lenken der Hinterräder RW1 und RW2 proportional zu der an dem Fahrzeug wirkenden Giergeschwindigkeit γ gesteuert und der Verstärkungsfaktor bei der Hinterradlenkung wird entsprechend dem Koeffizienten $K(V)$ und der Variablen c korrigiert. In diesem Fall werden der Koeffizient $K(V)$ gemäß Fig. 5 zu einem positiven Wert, der Wert α zu einer positiven Konstante kleiner als "1" und die Variable c zu größer als "-1" und kleiner als "1" bestimmt. Infolgedessen wird der Verstärkungsfaktor $K(V) \cdot (1 - \alpha \cdot c)$ zu einem positiven Wert und der Soll-Hinterradlenwinkel Θ_r^* erhält das gleiche Vorzeichen wie die Giergeschwindigkeit γ . Auf diese Weise werden der Hinterräder RW1 und RW2 in der gleichen Richtung wie die Giergeschwindigkeit γ gelenkt, um die Giergeschwindigkeit γ zu verringern, und der Verstärkungsfaktor $K(V) \cdot (1 - \alpha \cdot c)$ wird mit einem Anstieg der Fahrgeschwindigkeit (V) größer. Dies ist zu einer außerordentlichen Verbesserung der Fahrstabilität des Fahrzeugs wirkungsvoll.

Falls sich die Fahreigenheit des Fahrers von einer beabsichtigten Sicherheitsfahrweise bis zu einer sportlichen Fahrweise ändert, ändert sich die Variable c (der Kennindex z) von "-1" weg zu "1" hin, wobei gemäß Fig. 11 der Verstärkungsfaktor $K(V) \cdot (1 - \alpha \cdot c)$ kleiner wird. Falls folglich die Fahreigenheit des Fahrers die beabsichtigte Sicherheitsfahrweise ist, wird zum Erreichen einer für den Fahrer geeigneten Fahrcharakteristik der Absolutwert des Soll-Hinterradlenkwinkels Θ_r^* größer, um die Fahrstabilität des Fahrzeugs zu erhöhen.

Falls der Fahrer beabsichtigt, sportlich zu fahren, wird zum Erreichen einer dem Fahrer angemessenen Fahrcharakteristik der Absolutwert des Soll-Hinterradlenkwinkels Θ_r^* geringer, um die Kurvenfahrfähigkeit des Fahrzeugs zu verbessern.

Zum Erneuern bzw. Umschreiben der Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} sowie der Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 in dem Parameterspeicher 37e betätigt der Fahrer die Lerndateneingabevorrichtung 38a, um einen dem Kennindex z entsprechenden Lerndatenwert z^* einzustellen, und schaltet den Umschalter 38b ein. Bei diesem Zustand fährt das Fahrzeug mit der durch den Lerndatenwert z^* bestimmten Fahrcharakteristik. Bei dem Betätigen der Lerndateneingabevorrichtung 38a wird der Lerndatenwert z^* selektiv auf "1" für eine beabsichtigte sportliche Fahrweise, auf "-1" für eine beabsichtigte Sicherheitsfahrweise oder auf einen Mittelwert zwischen "1" und "-1" eingestellt. In diesem Fall wird von dem Computer 37 bzw. 40 nach dem Bestimmen des Kennindex z durch die Prozesse bei den Schritten 101 bis 106 bei dem Schritt 107 die Antwort "JA" ermittelt und bei dem Schritt 109 eine Lernroutine ausgeführt. Gemäß der ausführlichen Darstellung in Fig. 4 wird von dem Computer 37 bzw. 40 bei einem Schritt 300 die Lernroutine eingeleitet, bei einem Schritt 301 der Lerndatenwert z^* ausgelesen und bei einem Schritt 302 der Lerndatenwert z^* als Variable c eingesetzt. Danach führt der Mikrocomputer 37 bei einem Schritt 303 auf die vorstehend beschriebene Weise die Hinterradlenkroutine aus, um die Hinterräder RW1 und RW2 auf einen durch den Lerndatenwert z^* bestimmten Soll-Lenkwinkel auszulenen.

Nach dem Prozeß bei dem Schritt 303 wird von dem Computer 37 bzw. 40 bei einem Schritt 304 eine Abweichung δ zwischen dem Lerndatenwert z^* und dem zuvor berechneten Kennindex z berechnet und bei einem Schritt 305 werden die zuvor gespeicherten Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und die Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 nach dem Rückübertragungsverfahren derart erneuert, daß die Abweichung $\delta (= z^* - z)$ minimiert wird. Die Prozesse bei den Schritten 301, 304 und 305 entsprechen bei den in Fig. 6 gezeigten Funktionsblöcken einer Lernsteuereinrichtung 45. Der Lernsteuereinrichtung 45 wird von der Ausgabeeinheit 44c der Funktionsblöcke der die Fahreigenheit des Fahrers anzeigende Kennindex z zugeführt, der bei offenem Umschalter 38b unverändert abgegeben wird. Falls der Umschalter 38b geschlossen ist, wird von der Steuereinrichtung 45 der von der Lerndateneingabevorrichtung 38a angelegte Lerndatenwert z^* abgegeben und dem Neuralnetzwerk 44 die Abweichung $\delta (= z^* - z)$ zugeführt. In diesem Fall werden von dem Neuralnetzwerk 44 die zuvor gespeicherten Verknüpfungskoeffizienten ω_{0i} , ω_{1ij} und ω_{2j} und die Schwellenwerte Θ_{0i} , Θ_{1j} und Θ_2 nach dem Rückübertragungsverfahren derart erneuert, daß die Abweichung $\delta (= z^* - z)$ minimiert wird.

Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, daß durch den Prozeß bei dem Schritt 102 die Fahrstrecke des Fahrzeugs erfaßt wird und durch die Prozesse bei den Schritten 204 bis 206 oder durch die Berechnung in dem Neuralnetzwerk der die Fahreigenheit des Fahrers anzeigende Kennindex z veranschlagt wird. Erfindungsgemäß wird durch den veranschlagten Kennindex z auf automatische Weise der Verstärkungsfaktor für die Hinterradlenkgröße geändert, um die Fahrcharakteristik des Fahrzeugs entsprechend der Fahreigenheit des Fahrers zu steuern. Darüber hinaus kann der veranschlagte Kennindex z entsprechend den Erfordernissen

des Fahrers zum genaueren Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs auf einen Mittelwert zwischen "-1" und "1" eingestellt werden.

Obgleich bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel zum Erfassen der Fahrstrecke des Fahrzeugs die Giergeschwindigkeit bzw. Gierrate γ und die Fahrgeschwindigkeit V herangezogen wurden, kann anstelle der Giergeschwindigkeit eine Querbeschleunigung verwendet werden. Die Fahrstrecke des Fahrzeugs kann mittels eines Navigationssystems unter Anwendung einer von einem an einer Fahrstraße installierten Standortdetektor oder einer Satellitenstation gelieferten Standortinformation erfaßt werden. Obwohl bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel die Giergeschwindigkeit γ zum Erfassen von Bewegungszuständen des Fahrzeugs herangezogen wurde, können anstelle der Giergeschwindigkeit die Querbeschleunigung und die Fahrgeschwindigkeit herangezogen werden. Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wurde zwar die Fahrcharakteristik des Fahrzeugs durch Lenken der Hinterräder gesteuert, jedoch kann sie durch Korrektur der Lenkung der Vorderräder oder Steuerung des Aufhängungssystems des Fahrzeugs gesteuert werden. Ferner kann die Software des Neuralnetzwerkes durch Hardware wie die in Fig. 6 gezeigten Funktionsblöcke ersetzt werden.

Für das Steuern einer Fahrcharakteristik eines Kraftfahrzeugs wird ein elektrisches Steuersystem offenbart, bei dem ein Fahrzustand, Bewegungszustände und eine Fahrstrecke des Fahrzeugs erfaßt werden und eine Anzahl von ein Ergebnis des Lernens gemäß einem Lerndatenwert anzeigenden Parametern gespeichert wird, wobei ein Neuralnetzwerk zum Veranschlagen eines eine Fahreigenheit des Fahrers anzeigenden Kennindex gemäß den gespeicherten Parametern und dem erfaßten Fahrzustand und der Fahrstrecke des Fahrzeugs ausgelegt ist. In dem Steuersystem wird ein Steuersignal zum Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs entsprechend den erfaßten Bewegungszuständen des Fahrzeugs erzeugt und entsprechend dem veranschlagten Kennindex korrigiert.

Patentansprüche

1. Elektrisches Steuersystem zum Steuern einer Fahrcharakteristik eines Kraftfahrzeugs, **gekennzeichnet durch** eine erste Detektoreinrichtung (33 bis 35) zum Erfassen eines Fahrzustands des Fahrzeugs, eine zweite Detektoreinrichtung (31, 32) zum Erfassen von Bewegungszuständen des Fahrzeugs, eine dritte Detektoreinrichtung (37; 43) zum Erfassen einer Fahrstrecke des Fahrzeugs, eine Speichereinrichtung (37e) zum Speichern einer Anzahl von Parametern, die ein Ergebnis des Lernens gemäß einem Lerndatenwert (z^*) anzeigen, ein Neuralnetzwerk (44), das aufgrund der gespeicherten Parameter, des erfaßten Fahrzustands und der erfaßten Fahrstrecke einen Kennindex (z) veranschlagt, der eine Fahreigenheit des Fahrers anzeigt, eine Einrichtung (45) zum Erzeugen eines Steuersignals für das Steuern der Fahrcharakteristik des Fahrzeugs entsprechend den erfaßten Bewegungszuständen des Fahrzeugs und eine Korrektoreinrichtung zum Korrigieren des Steuersignals entsprechend dem veranschlagten Kennindex.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Detektoreinrichtung einen Lenkrad-Lenk winkelsensor (33) zum Erfassen eines Lenkwinkels (Θ_f) des Lenkrads (11) des Fahrzeugs, einen Beschleunigungssensor (34) zum Erfassen eines Betätigungswinkels (A_c) des Fahrpedals des Fahrzeugs und einen Bremssensor (35) zum Erfassen eines Betätigungswinkels (B_r) des Bremspedals des Fahrzeugs aufweist. 5
3. Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Detektoreinrichtung einen Giergeschwindigkeitssensor (31) zum Erfassen einer Giergeschwindigkeit (γ) des Fahrzeugs und einen Geschwindigkeitssensor (32) zum Erfassen einer Fahrgeschwindigkeit (V) des Fahrzeugs aufweist. 10 15
4. Steuersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Detektoreinrichtung eine Einrichtung (37; 43) zum Berechnen von Lageänderungsgrößen (X , Y) des Fahrzeugs in XY-Koordinaten aufgrund der Giergeschwindigkeit (γ) und der Fahrgeschwindigkeit (V) des Fahrzeugs aufweist, die jeweils mittels des Giergeschwindigkeitssensors (31) bzw. des Geschwindigkeitssensors (32) erfaßt sind. 20 25
5. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinrichtung (37e) eine Einrichtung zum Speichern einer Vielzahl von Verknüpfungskoeffizienten (ω) und einer Vielzahl von Schwellenwerten (Θ) aufweist, die durch das Lernen aufgrund des Lerndatenwerts (z^*) zu erneuern sind. 30

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

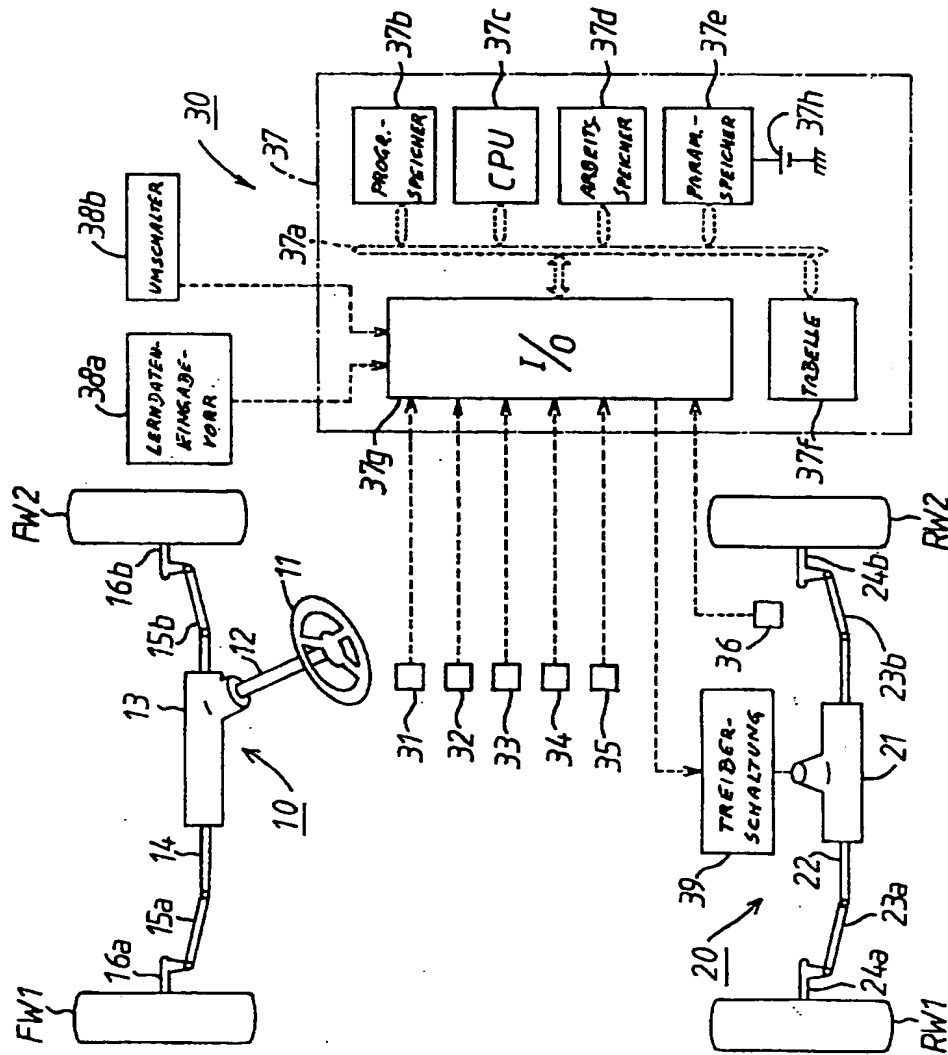
50

55

60

65

Fig. 1



F i g . 2

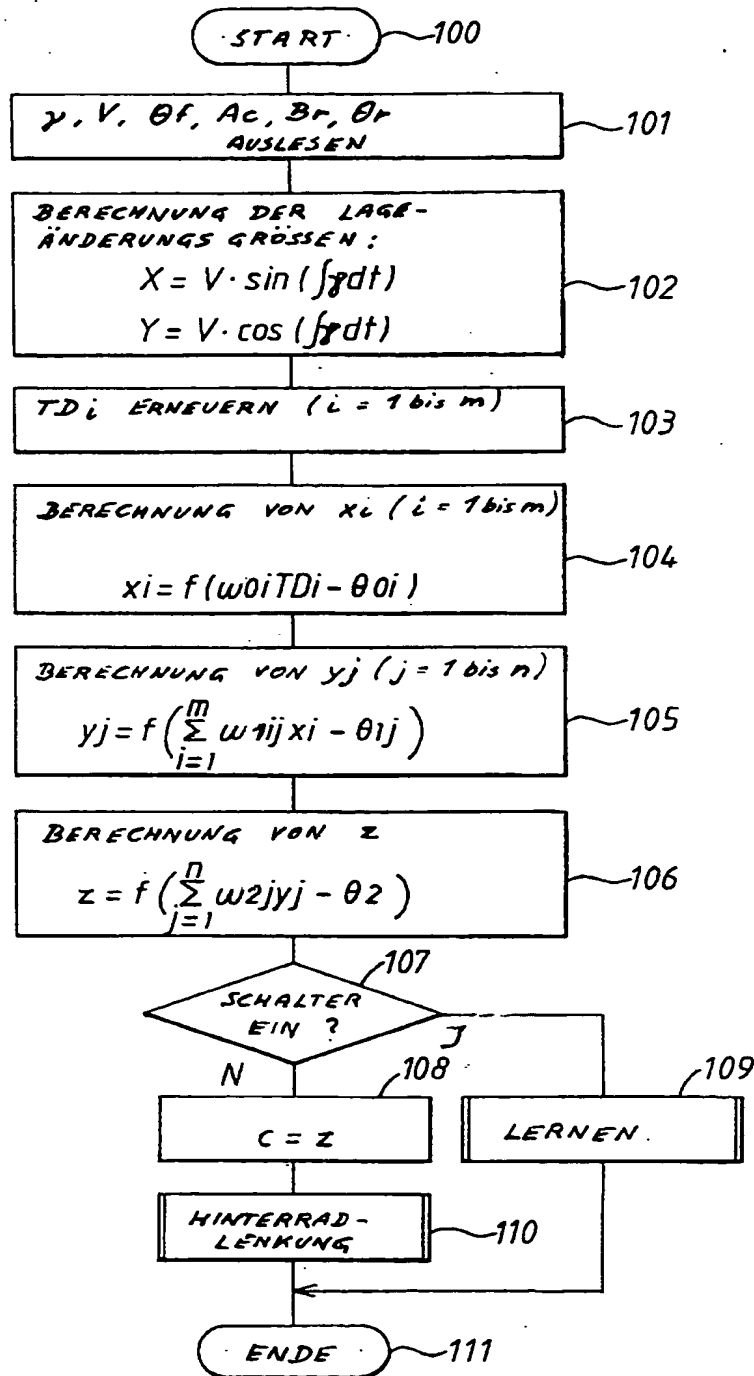


Fig. 3

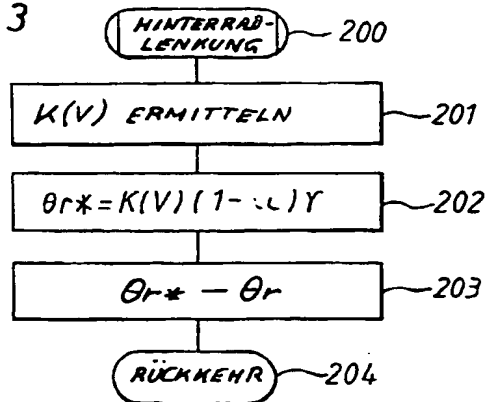


Fig. 4

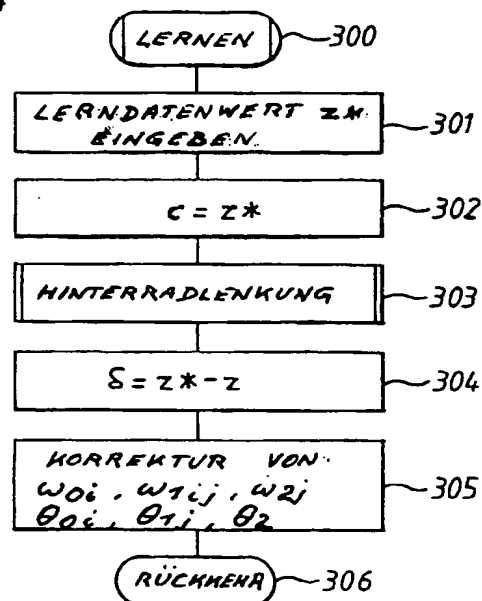


Fig. 5

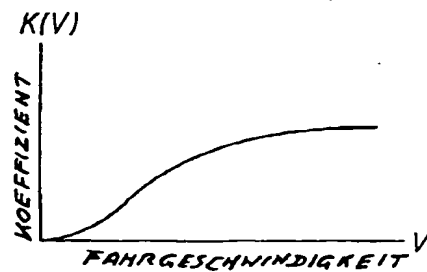


Fig. 6

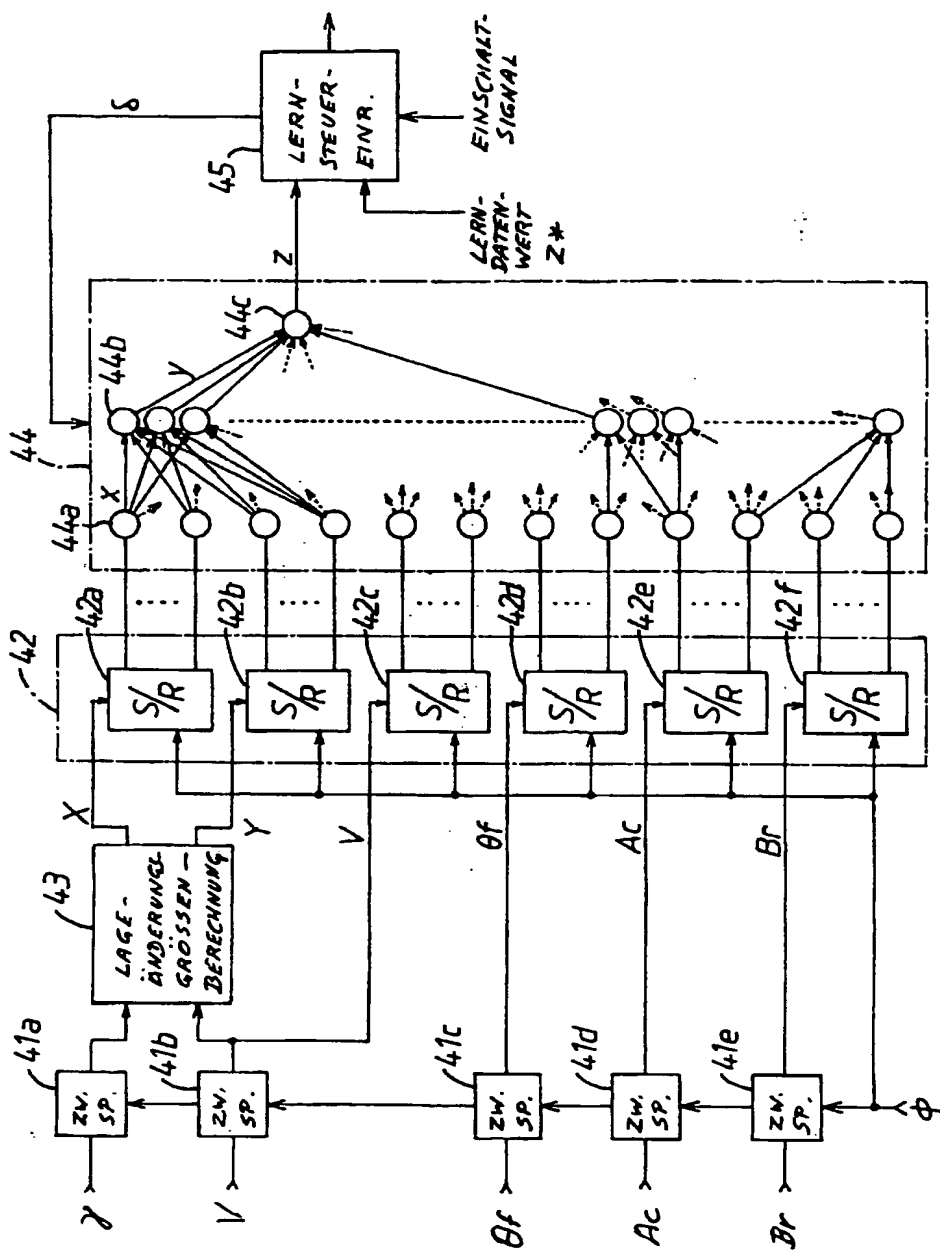


Fig. 7

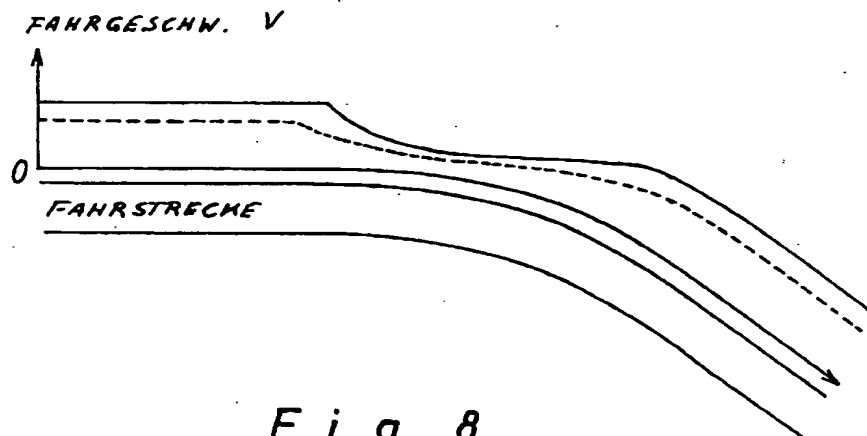


Fig. 8

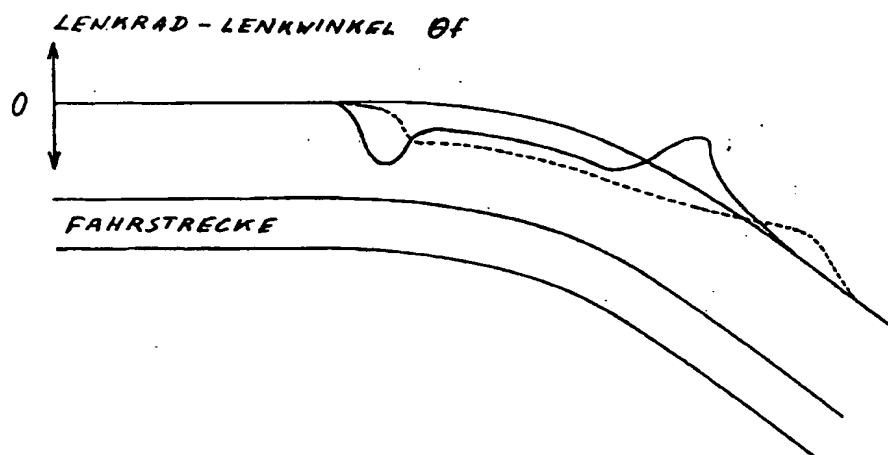


Fig. 9

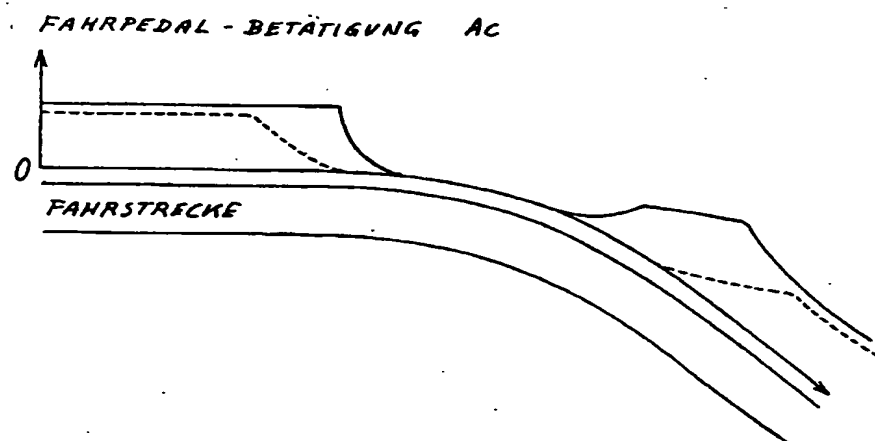


Fig. 10

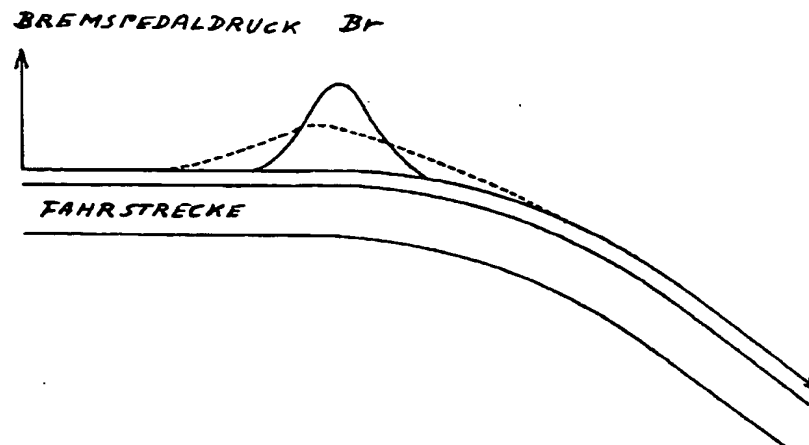


Fig. 11

